

**Департамент образования и науки города Москвы
Государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования города Москвы
«Московский городской педагогический университет»**

**Институт цифрового образования
Департамент информатизации образования**

На правах рукописи

Наумов Максим Александрович

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ В
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ**

**Направление подготовки 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника
Профиль «Управление в социальных и экономических системах»**

**Научный доклад об основных результатах научно-квалификационной
работы (диссертации)**

Научный руководитель: доктор педагогических наук,
доктор социологических наук, профессор,
профессор департамента информатизации
образования института цифрового образования
Каптерев Андрей Игоревич

Москва
2023

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. На сегодняшний день в образовательных комплексах Москвы, включающих в свой состав средние общеобразовательные и дошкольные образовательные организации, перед административно-управленческим персоналом и педагогическими работниками остро стоит проблема автоматизации процесса управления вычислительными ресурсами корпоративной сети, которая до сих пор является нерешенной. В процессе ведения учета вычислительных ресурсов корпоративной сети, заявок на получение вычислительных ресурсов и техническую поддержку, комплектующих изделий для обеспечения работы вычислительной техники заместитель директора образовательного комплекса по информатизации и сотрудники подразделения информационных технологий образовательного комплекса пользуются традиционными формами документации, представленной в бумажном и электронном виде разных форматов и извлеченной из разных информационных источников. Следствием этого является несвоевременное и порой ошибочное формирование команд, которые должны обеспечивать управление вычислительными ресурсами корпоративной сети в образовательном комплексе. Заместителю директора образовательного комплекса по информатизации и сотрудникам подразделения информационных технологий образовательного комплекса приходится тратить большое количество времени на то, чтобы найти оперативные данные, необходимые для управления вычислительными ресурсами корпоративной сети, что также негативно влияет на эффективность выполнения поставленных перед ними задач.

Всё вышеперечисленное определяет **актуальность** темы исследования, направленного на совершенствование методов и алгоритмов управления вычислительными ресурсами корпоративной сети в образовательном комплексе.

Степень разработанности темы исследования. Исследования аспектов применения вычислительной техники и компьютерных технологий для системного управления в различных отраслях и сферах жизни общества в свете перехода к цифровой экономике приобретают особую актуальность.

Научные разработки, направленные на исследование процессов предоставления услуг инфокоммуникационных систем науке, промышленности, бизнесу представлены в ряде работ отечественных и зарубежных ученых. Особое место в исследованиях занимают высокопроизводительные вычисления и суперкомпьютерные технологии для решения прикладных и фундаментальных задач управления в передовых областях науки и техники, требующих применения больших вычислительных мощностей, прежде всего - искусственного интеллекта, робототехники, наук с интенсивным использованием данных.

В работах зарубежных ученых Ding F., Mey D., Wienke S., Zhang R. рассматриваются вопросы предоставления высокопроизводительных ресурсов как облачного сервиса, проводится анализ открытых облачных платформ (Amazon, IBM,

Google), приводятся подходы к использованию специализированных вычислительных ускорителей для повышения производительности вычислительных комплексов для расширения услуг облачных платформ, что требует применения гибридных архитектур построения вычислительных систем.

В работах отечественных ученых С.М. Абрамова, В.В. Воеводина, В.А. С.И. Смагина, Б.Н. Четверушкина, Б.М. Шабанова анализируются тенденции и подходы к построению высокопроизводительных вычислительных систем на основе гибридных архитектур, производится анализ состояния и возможностей суперкомпьютеров из списка Top 500, предлагается методика объективной оценки производительности вычислительных систем из данного рейтинга.

В указанных научных трудах широко анализируются алгоритмы и инструментальные средства обеспечения параллельной обработки данных в многомашинных, в том числе гибридных системах, а также проблемы виртуализации при облачном подходе к предоставлению сервисов высокопроизводительных вычислений в задачах управления.

В целом, высокая публикационная активность демонстрирует актуальность научных исследований в области высокопроизводительных вычислений с использованием гибридных комплексов.

Вместе с тем, требуют более глубоких исследований вопросы:

- организации вычислительного процесса при параллельном решении задач из различных управленческих процессов, в частности, образовательных комплексов, требующих автоматической/автоматизированной подготовки программного кода для исполнения в гибридной среде;

- создания индивидуально настроенной программной среды исполнения;

- разработки методов интеграции с многофункциональными цифровыми платформами.

Цель и задачи работы.

Цель работы – повышение качества и эффективности управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса путем разработки новых методов и алгоритмов.

Для достижения цели диссертационного исследования были поставлены и решены следующие задачи:

1. Выполнить анализ существующих информационных систем управления (ИСУ) вычислительными ресурсами (ВР) в корпоративной сети (КС) образовательного комплекса (ОК);

2. Проанализировать и разработать системную классификацию ВР КС ОК;

3. Проанализировать информационные процессы и функциональные взаимосвязи, организационную и программную инфраструктуру для проектирования и реализации ИСУ ВР в КС ОК;

4. Разработать требования к ИСУ ВР в КС ОК;

5. Разработать функциональные модели информационных процессов ИСУ ВР в КС ОК;

6. Разработать модели логического и физической уровней представления данных ИСУ ВР в КС ОК;
7. Разработать имитационную модель ИСУ ВР в КС ОК;
8. Разработать клиентскую часть ИСУ ВР в КС ОК;
9. Разработать методику применения ИСУ ВР в КС ОК;
10. Провести оценку экономической эффективности внедрения ИСУ ВР в КС ОК.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- Созданы новые модели функционирования ИСУ ВР в КС ОК;
- Разработаны инфологические и физические модели базы данных для ИСУ ВР в КС ОК;
- Разработана имитационная модель ИСУ ВР в КС ОК;
- Создана и апробирована методика эффективного и качественного функционирования разработанного прототипа ИСУ ВР в КС ОК.

Объектом исследования являются закономерности и системные связи функционирования процессов управления ВР КС в образовательной социально-экономической системе – ОК.

Предметом исследования являются методы и алгоритмы управления ВР КС в ОК.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- Модель существующих информационных потоков и процессов управления ВР КС в ОК, позволившая разработать требования к ИСУ ВР в КС ОК;
- Модель функционирования ИСУ ВР в КС ОК позволяет выявить основные процессы и функции, которые необходимо автоматизировать путем разработки соответствующей ИСУ;
- Модель базы данных ИСУ ВР в КС ОК легла в основу разработки клиентской части ИСУ ВР в КС ОК;
- Имитационная модель ИСУ ВР в КС ОК, позволяющая оценить уровень загруженности ресурсов и время выполнения задач (процессов);
- Клиентская часть ИСУ ВР в КС ОК применяется в деятельности ГБОУ Школа № 1286 для повышения качества и эффективности процесса распределения и использования ВР в КС;
- Методика применения ИСУ ВР в КС ОК используется в деятельности ГБОУ Школа № 1286.

Практическое использование. Практическое использование полученных научных результатов подтверждается справкой о внедрении. Результаты работы внедрены в ГБОУ Школа № 1286 г. Москвы.

Методология и методы исследований. В диссертационной работе для проведения исследований и практических разработок были использованы: методы математического и имитационного моделирования; методы структурного системного анализа, методы промышленного проектирования, методы программного обеспечения информационных систем, разработка информационного обеспечения информационных систем.

Степень достоверности и апробация результатов. Уровень обоснованности и достоверности полученных в ходе диссертационного исследования результатов обеспечивается высоким уровнем совпадений теоретических выводов с результатами экспериментов, соотносением их с полученными другими авторами результатами, а также апробацией на научных конференциях и практическим внедрением разработанных методов управления.

Основные научные положения, полученные в результате проведения диссертационного исследования, опубликованы, докладывались и обсуждались на 3 международных научных конференциях в 2020-2021 годах, а также на конференциях института цифрового образования (позиции 4-9 списка публикаций автора), научных семинарах и заседаниях департамента информатизации образования ГАОУ ВО МГПУ.

Публикации. Основные положения диссертационного исследования отражены в 9 печатных работах. Из них 3 статьи представлены в изданиях, которые включены в перечень научных журналов, рекомендованных ВАК.

Личный вклад. Все представленные в диссертации экспериментальные данные и результаты исследований получены лично автором.

Структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, выявлена степень ее разработанности, определена цель и содержание поставленных задач исследования; представлена научная новизна диссертационной работы; описана практическая значимость диссертационной работы; описаны методы исследования; оценена степень достоверности и представлена апробация результатов.

Первая глава посвящена анализу состояния вопроса и исследованию предметной области, на основании которых сформированы задачи исследования. Проведен анализ функциональных возможностей существующих ИСУ ВР в КС ОК:

- ITSM365;
- IntraService;
- Технологическая платформа 1С: Предприятие 8.3;
- 1С: ИТIL Управление информационными технологиями предприятия;
- Alloy Discovery Enterprise.

На основе проведенного анализа был сделан вывод, что ни одна из рассмотренных систем не может быть использована в полной мере для решения задачи управления ВР в КС, поэтому требуется разрабатывать собственную ИСУ ВР на базе платформы 1С: Предприятие.

Корпоративной сетью ОК называется коммуникационная система, управляемая ИТ-службой ОК в соответствии с правилами и регламентами общеобразовательной организации.

В управлении КС ОК есть необходимость распределения вычислительных ресурсов согласно расписанию занятий в соответствии с поданными и утвержденными заявками. Эта особенность обуславливает необходимость создания центра обработки данных (ЦОД), способного обеспечить безопасное и безотказное распределение ВР среди потребителей.

Вычислительные ресурсы ЦОДа делятся на: процессорное время; память (оперативная и виртуальная); место на жёстком диске (постоянная память); пропускная способность сети.

Для грамотного использования ВР, созданных в ЦОДе, необходим инструмент, позволяющий разделить физические мощности на потребителей ВР. Для этих целей используется виртуализация ресурсов. Виртуализация рассматривается как предоставление набора вычислительных ресурсов или их логического объединения, абстрагированное от аппаратной реализации, и обеспечивающее при этом логическую изоляцию друг от друга вычислительных процессов, выполняемых на одном физическом ресурсе.

Помимо завиртуализированных ресурсов вычислительной системы ЦОДа есть еще реальные ресурсы, используемые пользователями при выполнении своих должностных обязанностей. Реальные ВР можно поделить на аппаратные и программные ресурсы.

Аппаратные ресурсы включают в себя периферийные устройства, комплектующие для рабочих станций пользователей и ЦОД, ресурсы которого считаются виртуальными ВР.

Программные ресурсы или программное обеспечение (ПО) наряду с техническим (аппаратным) обеспечением является одним из видов обеспечения вычислительной системы. По назначению ПО делят на:

1. Системное.
2. Прикладное.
3. Инструментальное.

Так как виртуализация позволяет виртуализировать ПО, то нельзя однозначно относить программные ресурсы только к реальным ВР. Таким образом, будем относить программные ресурсы как к реальным, так и к виртуальным ВР.

Схема классификации вычислительных ресурсов корпоративной сети образовательного комплекса представлена на рисунке 1.

Вторая глава посвящена анализу существующих методов и алгоритмов управления вычислительными ресурсами корпоративной сети в образовательном комплексе.

Проведен анализ информационных потоков в отделе программно-технического обеспечения и ремонта (ПТОиР) ОК, связанных с управлением вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса.



Рисунок 1 – Схема классификации ВР КС ОК

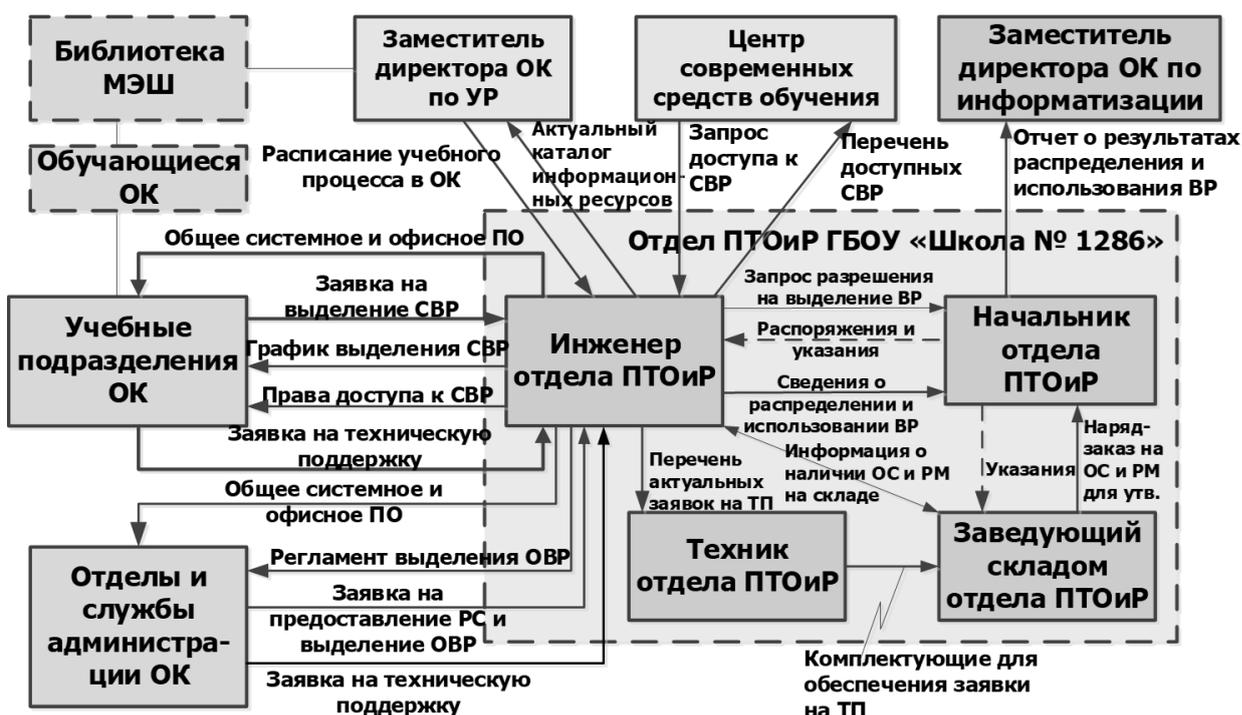


Рисунок 2 – Схема информационных потоков в отделе ПТОиР, связанных с управлением вычислительными ресурсами в корпоративной сети ОК

Также в данной главе подробно проанализированы существующие информационные потоки и процессы управления ВР КС в ОК в целом посредством программного средства CA ERWin Process Modeler в нотации DFD.

Контекстная диаграмма верхнего уровня представлена на рисунке 3.

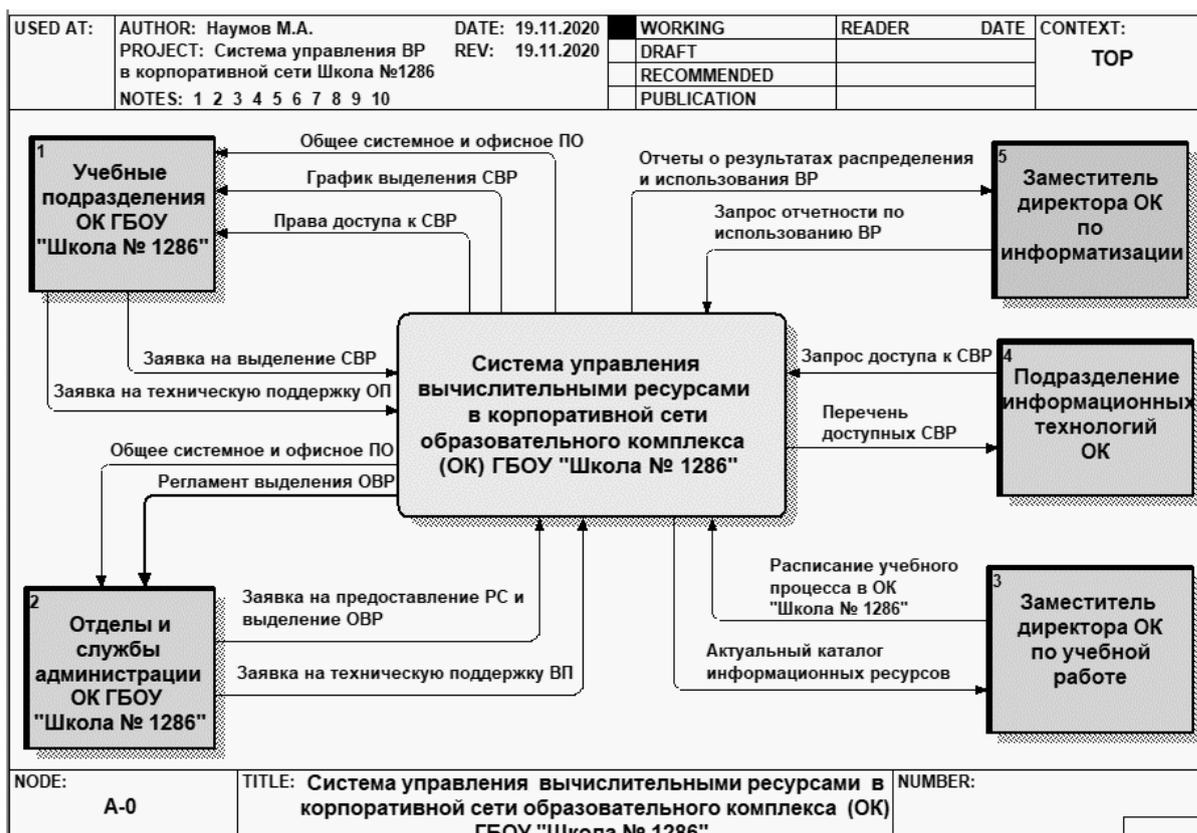


Рисунок 3 – Контекстная диаграмма верхнего уровня

К основным внешним сущностям, взаимодействующим с системой управления ВР в КС ОК, относятся учебные подразделения, отделы и службы администрации, подразделение информационных технологий ОК, заместители директора по учебной работе и по информатизации. Внешние сущности занимаются регистрацией и обработкой заявок на выделение пользователям общих и специальных вычислительных ресурсов (ОВР, СВР) разных видов, а также на получение технической поддержки в процессе организации и осуществления образовательного процесса (ОП). Также в их обязанности входит формирование регламентов и графиков использования ВР, учет разных категорий заявок по их важности, статусу, происхождению, виду, ответственным за выполнение, списку необходимых действий, а также в зависимости от времени, необходимого для того, чтобы устранить имеющуюся неисправность. К функционалу заместителя директора по информатизации также относится формирование отчетов о результатах распределения и использования ВР.

На основе проведенного анализа информационных потоков и процессов были сформулированы функциональные и нефункциональные требования к разрабатываемой информационной системе управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса.

К функциональным требованиям относятся:

- Ведение базы данных по вычислительным ресурсам, структурным подразделениям ОК, результатам их распределения, сотрудникам отдела ПТОиР, а также мероприятиям по технической поддержке пользователей корпоративной сети ОК;

- Автоматизированный учет заявок на выделение вычислительных ресурсов корпоративной сети ОК;

- Автоматизированный учет заявок на техническую поддержку пользователей корпоративной сети ОК;

- Автоматизация процессов оперативного учета и распределения вычислительных ресурсов в корпоративной сети ОК.

- Формирование отчетов о результатах распределения и использования вычислительных ресурсов в корпоративной сети ОК.

Нефункциональные требования:

Серверная часть:

1. Сетевая операционная система Microsoft Windows Server 2016;
2. СУБД и СУБД «1С: Предприятие 8.3»;
3. Веб-сервер Apache;
4. Конфигурация разработанной информационной системы управления.

Клиентская часть (рабочие станции сотрудников ОК):

1. ОС Microsoft Windows 7/8/10 или ОС для мобильных устройств;
2. Web-браузер.

Третья глава содержит описание моделей функционирования, базы данных и имитационной модели информационной системы управления вычислительными ресурсами корпоративной сети в образовательном комплексе.

После определения требований к разрабатываемой системе была создана модель функционирования будущей информационной системы управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса с помощью методологии моделирования бизнес-процессов UML и программного средства Bizagi Modeler, обладающего инструментарием для создания моделей исследуемых бизнес-процессов в нотации BPMN. Согласно данным нотациям модель функционирования информационной системы определяется в качестве системы диаграмм вариантов использования процессов функционирования информационной системы и схем их описания.

Диаграмма вариантов использования функционирующих процессов в информационной системе управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса представлена на рисунке 4.

Определено пять акторов, участвующих в функционировании информационной системы управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса: Администратор информационной системы, Техник отдела ПТОиР, Инженер отдела ПТОиР, Подразделение ОК, Начальник отдела ПТОиР.

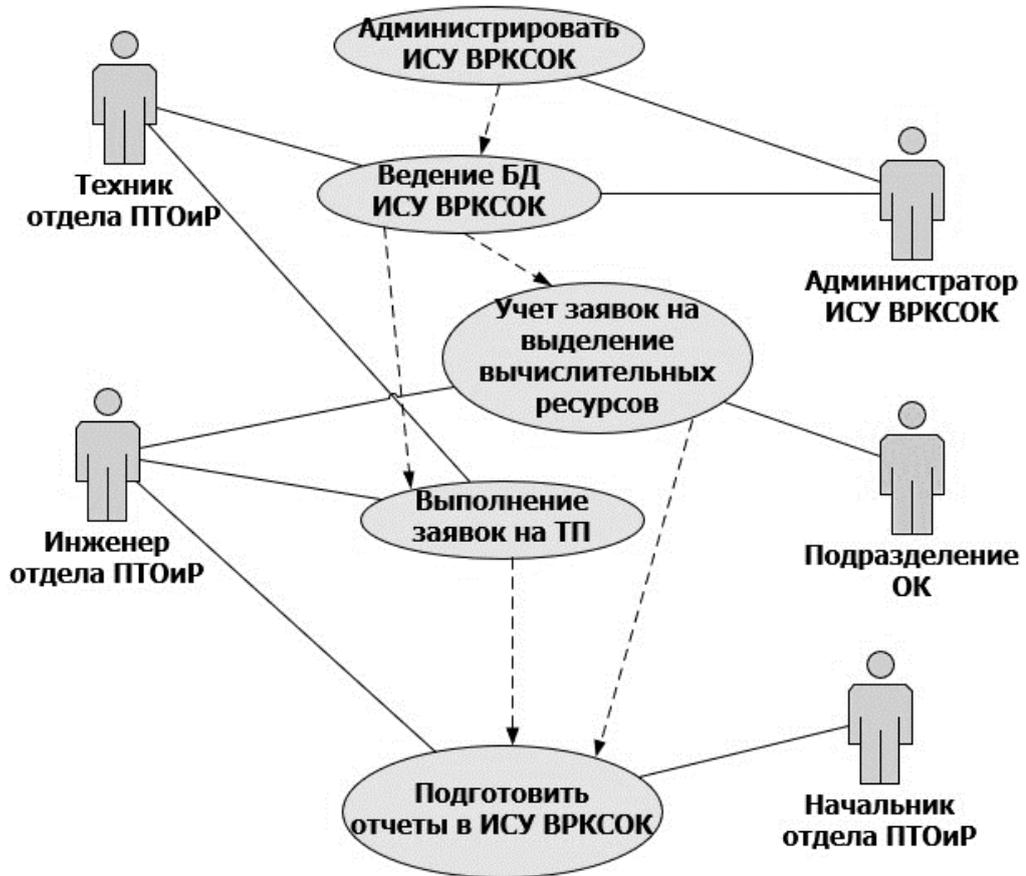


Рисунок 4 – Диаграмма вариантов использования

Схема процесса «Учет заявок на выделение вычислительных ресурсов» отражена на рисунке 5.

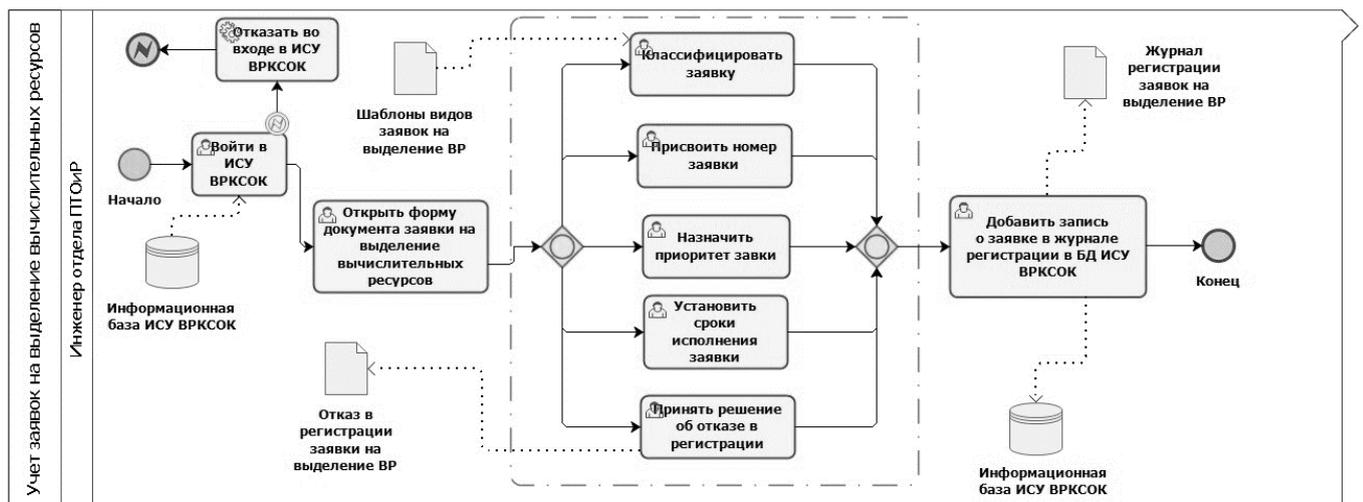


Рисунок 5 – Схема процесса «Учет заявок на выделение вычислительных ресурсов»

В процессе учета заявок на выделение вычислительных ресурсов участвует Инженер отдела ПТОиР. Инженер отдела ПТОиР осуществляет вход в информационную систему с правами инженера. В случае возникновения ошибки при входе инженер получает отказ во входе в систему. В случае успешного входа инженер открывает форму документа заявки на выделение вычислительных ресурсов и выполняет следующие действия:

- классифицировать заявку;
- дать номер заявки;
- установить приоритетность заявки;
- определить временной период выполнения заявки;
- принять решение о том, чтобы отказать зарегистрировать заявку.

Затем инженер вносит запись о заявке в журнале регистрации.

На следующем этапе была разработана модель базы данных информационной системы в среде программного средства CA ERwin Data Modeler, обладающего средствами интеграции с CA ERwin Process Modeler и позволяющего создавать структуру данных проектируемой системы. В роли основания для создания структуры будущей информационной системы выступила разработанная ранее модель существующих информационных потоков и процессов управления вычислительными ресурсами корпоративной сети в образовательном комплексе. CA ERwin Data Modeler обладает средствами представления модели на двух уровнях: логическом и физическом. К логическому уровню относятся три типа моделей: полная атрибутивная модель, диаграмма сущность-связь и модель данных, основанная на ключах, к физическому уровню относится трансформационная модель базы данных. На рисунке 6 показана полная атрибутивная модель (ФА-модель) базы данных информационной системы управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса, в которой отношения модели приведены к третьей нормальной форме, а в состав включены все сущности, атрибуты и связи между ними.

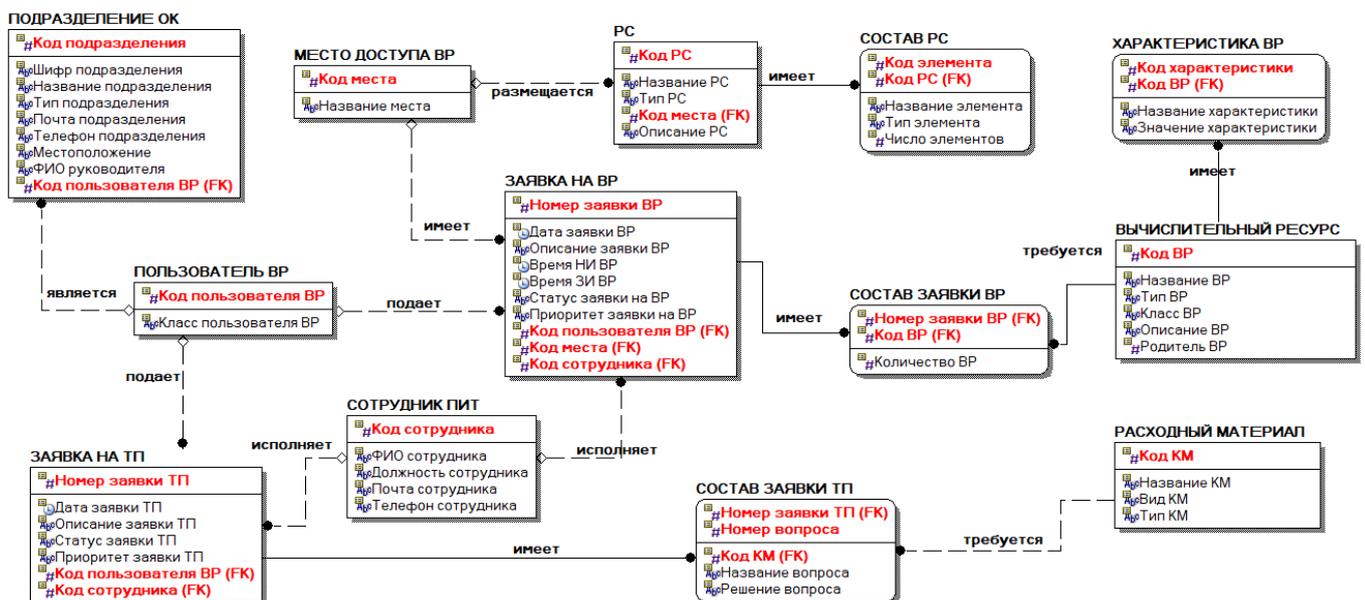


Рисунок 6 – Полная атрибутивная модель базы данных информационной системы

Созданные модели функционирования и базы данных, отражающие деятельность по автоматизации процесса управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса, применены в процессе разработки информационной системы управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса.

Также в данной главе описана диаграмма бизнес-процесса управления корпоративными вычислительными ресурсами образовательного комплекса в среде программы Bizagi Modeler, представленная на рисунке 7, и сценарий её выполнения.

Основные действия, которые необходимо выполнить в рамках данного бизнес-процесса, следующие:

1. Инициатор заявки формирует заявку на выделение корпоративного вычислительного ресурса.

2. Инициатор заявки в случае отклонения его заявки получает соответствующее уведомление.

3. Техник отдела ПТОиР рассматривает заявку на выделение корпоративных вычислительных ресурсов.

4. В случае одобрения заявки техник отдела ПТОиР регистрирует заявку на выделение корпоративных вычислительных ресурсов.

Инженер отдела ПТОиР выполняет классификацию заявок на выделение корпоративных вычислительных ресурсов, ставит соответствующую заявку в очередь, выбирает очередную заявку на выделение корпоративных вычислительных ресурсов из очереди, изменяет статус заявки, формирует заказ на выделение товарно-материальных ценностей под заявку и выполняет заявку на выделение корпоративных вычислительных ресурсов.

6. Заведующий складом отдела ПТОиР выполняет заказ на выделение товарно-материальных ценностей под заявку.

7. Начальник отдела ПТОиР осуществляет согласование выделения корпоративных вычислительных ресурсов по внеочередной заявке, а также готовит отчет по заявкам на выделение корпоративных вычислительных ресурсов.

Все действия в рамках бизнес-процесса «Управлять корпоративными вычислительными ресурсами образовательного комплекса» должны быть выполнены за три этапа:

1. Инициация;

2. Обработка;

3. Выполнение.

Участниками бизнес-процесса являются:

1. Инициатор заявки;

2. Техник отдела ПТОиР;

3. Инженер отдела ПТОиР;

4. Заведующий складом отдела ПТОиР;

5. Начальник отдела ПТОиР.

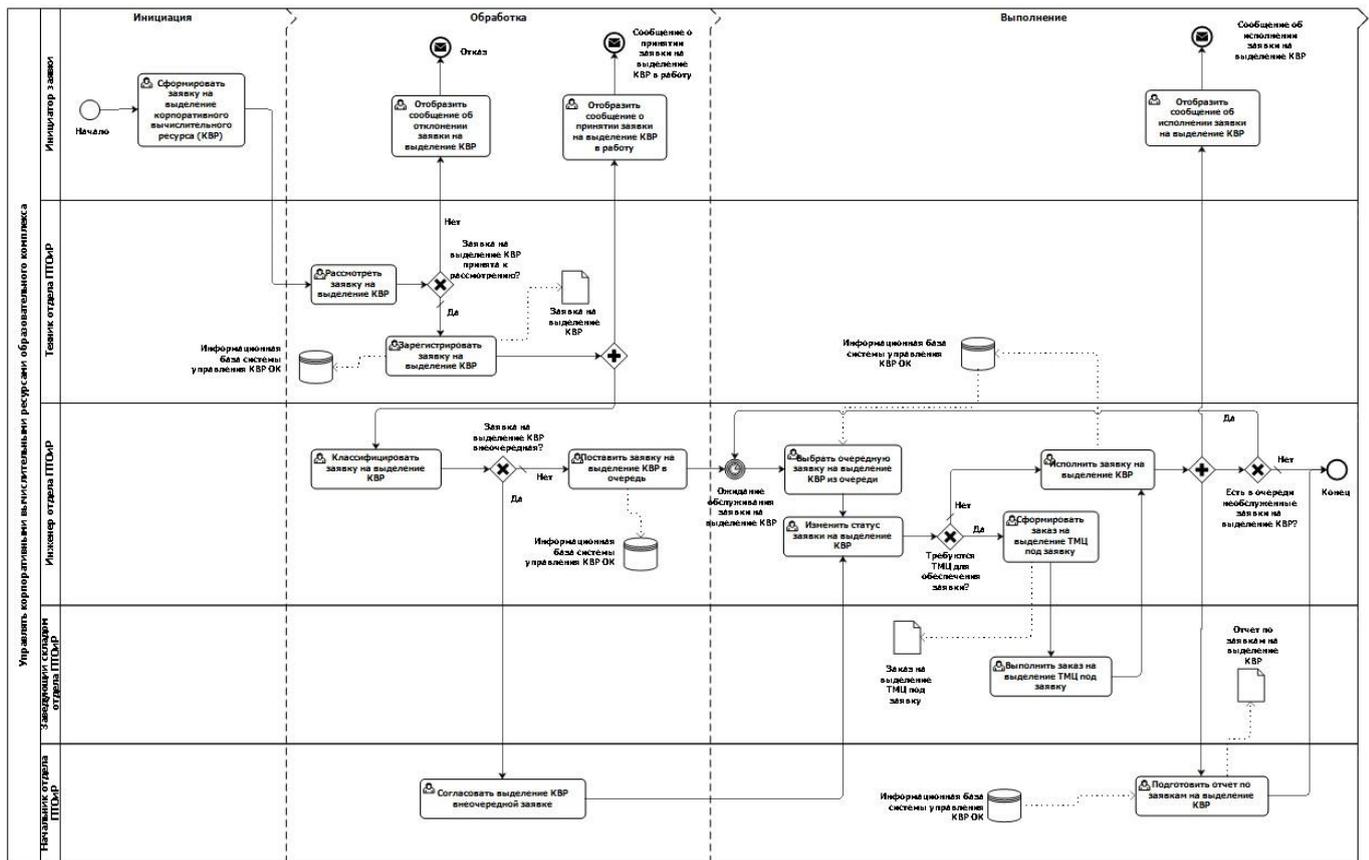


Рисунок 7 – Диаграмма бизнес-процесса управления корпоративными вычислительными ресурсами образовательного комплекса

Были настроены параметры и осуществлены 2 вида сценариев: «КАК ЕСТЬ» и «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ».

В результате выполнения сценария «КАК ЕСТЬ» (рисунок 8) из 73 поступивших заявок на выделение корпоративных вычислительных ресурсов успешно обработано было лишь 25. По 19 заявкам были подготовлены отчеты. Кроме того, очередь необработанных заявок возрастает на 40%. Также возрастают затраты на выполнение задач сотрудниками отдела программно-технического обеспечения и ремонта в рамках реализации данного бизнес-процесса. Это связано с тем, что Техник, Инженер и Начальник отдела слишком загружены (почти на 100 %) и не успевают обрабатывать поступившие заявки на выделение корпоративных вычислительных ресурсов. Заведующий складом, наоборот, недогружен. При этом суммарные затраты на реализацию бизнес-процесса составили порядка 46 тыс. руб. Как вариант следует привлечь заведующего склада к обязанностям техника и, возможно, инженера. Кроме того, выполнение задач, возлагаемых на сотрудников отдела программно-технического обеспечения и ремонта, производится очень долго и требует их автоматизации. Это позволит сократить время на подготовку и выполнение задач бизнес-процесса. При этом, однако возможны издержки, связанные с повышением оплаты труда сотрудникам отдела программно-технического обеспечения и ремонта.

Simulation Results

Resources
Управлять корпоративными вычислительными ресурсами образовательного комплекса

Scenario information
Название Как есть
Описание Сценарий процесса управления КВР ОК ("как есть")
Time unit Minutes
Продолжительность 002,00:00:00

Resource	Utilization	Total fixed cost	Total unit cost	Total cost
Инициатор заявки	54,86 %	0	0	0
Заведующий складом отдела ПТОиР	9,38 %	0	1 125	1 125
Инженер отдела ПТОиР	97,05 %	0	13 975	13 975
Начальник отдела ПТОиР	90,80 %	0	21 791,67	21 791,67
Техник отдела ПТОиР	98,33 %	0	9 440	9 440
Total		0	46 331,67	46 331,67

Рисунок 8 – Результаты загрузки ресурсов в ходе выполнения сценария «КАК ЕСТЬ»

В результате выполнения сценария «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ» (рисунок 9) из 73 поступивших заявок на выделение корпоративных вычислительных ресурсов успешно обработано 56, что составило 80 %. К тому же отчеты по заявкам также подготовлены по 56 заявкам. Такой достаточно высокий процент обработки заявок на выделение корпоративных вычислительных ресурсов обусловлен сокращением времени на решение задач бизнес-процесса, а также привлечением техника к выполнению обязанностей инженера при решении задачи «Исполнить заявку на выделение корпоративных вычислительных ресурсов». Кроме того, за счет автоматизации выполнения задач процесса «Управлять корпоративными вычислительными ресурсами образовательного комплекса» сократились суммарные затраты на его выполнение. Они составили около 19 тыс. руб., что почти в 2,5 раза меньше, чем при сценарии «КАК ЕСТЬ».

Simulation Results

Resources
Управлять корпоративными вычислительными ресурсами образовательного комплекса

Scenario information
Название Как должно быть
Описание Сценарий процесса управления КВР ОК ("как должно быть")
Time unit Minutes
Продолжительность 002,00:00:00

Resource	Utilization	Total fixed cost	Total unit cost	Total cost
Инициатор заявки	39,38 %	0	0	0
Заведующий складом отдела ПТОиР	4,34 %	0	625	625
Инженер отдела ПТОиР	26,60 %	0	5 106,67	5 106,67
Начальник отдела ПТОиР	30,52 %	0	8 790	8 790
Техник отдела ПТОиР	30,49 %	0	4 390	4 390
Total		0	18 911,67	18 911,67

Export to Excel Print

Рисунок 9 – Результаты загрузки ресурсов в ходе выполнения сценария «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»

В четвертой главе описана разработанная клиентская часть информационной системы управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса, методика ее применения и произведена оценка экономической эффективности от ее внедрения.

Для разработки ИСУ вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса использовалась платформа 1С: Предприятие 8.3.

Преимуществом реализации информационной системы с помощью технологической платформы 1С: Предприятие является ее ориентированность на ведение учета. При создании конфигурации с нуля очень большую помощь в разработке могут оказать такие встроенные объекты метаданных, как регистры сведений и накоплений.

Были разработаны подсистемы, перечисления, справочники, документы, регистры сведений и отчеты.

Также в данной главе приведено описание методики применения информационной системы управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса.

Методика организации учета и распределения ВР в КС ОК включает в себя:

1. Выработка решения о необходимости организации учета и распределения ВР в КС ОК.
2. Планирование работ по организации учета и распределения ВР в КС ОК
3. Проведение информационного обследования и анализа деятельности ОК.
4. Разработка нормативной документации.
5. Проведение работ по разработке и внедрению информационной системы управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса.

После проведения работ по организации учета и распределения ВР в КС ОК проводятся работы по разработке и внедрению ИСУ ВР в КС ОК.

Описание этапов организации учета и распределения ВР в КС ОК:

Этап 1. При принятии решения о необходимости организации учета и распределения ВР в КС ОК определяются критерии и коэффициенты эффективности, эффективность существующей организации учета и распределения ВР, проводится анализ существующих проблем. При выявленных недостатках организации работ с документами руководство принимает решение о необходимости проведения работ по организации эффективного учета и распределения ВР в КС ОК.

Этап 2. После принятия решения инициативная группа, отвечающая за организацию учета и распределения ВР в КС ОК, составляет план работ, сроков, ресурсов, проводит оценку трудоемкости. На этапе планирования также формируется совет, который ведет все работы по организации. При этом определяется состав совета, его компетенция и функции. На этом этапе также могут быть определены цели и области компетенции организации учета и распределения

ВР в КС ОК, т.е. определяется состав бизнес-процессов, документация, по которым должен вестись учет и распределение ВР. В результате проведения данных работ должны быть разработаны следующие документы:

- план-график работ;
- приказ о назначении проектной группы;
- должностные инструкции (обязанности) должностных лиц, отвечающих за учет и распределение ВР в КС ОК.

Этап 3. После планирования работ проводится информационное обследование, которое включает работы по анализу существующей нормативно-правовой базы (НПБ), анализу действующей технологии работы по учету и распределению ВР, организационной структуры, анализу функций сотрудников, ответственных за учет и распределение ВР в КС ОК, а также анализу действующей системы учета и распределения ВР (если такая имеется). В результате информационного обследования разрабатывается отчет, где собрана вся информация, полученная в процессе проведения анализа по вопросам учета и распределения ВР в КС ОК.

Этап 4. Основываясь на результатах проведенного информационного обследования и принятых мерах по оптимизации учета и распределения ВР в КС ОК, разрабатывается нормативно-методическая документация. В состав нормативной документации могут входить следующие виды документов:

- информационный материал для создания документов «Заявка на выделение ВР», «Заявка на ТП», «Распределение ВР»;
- информационный материал для создания отчетов;
- положения о совете, созданном для организации работ по учету и распределению ВР в КС ОК;
- должностные инструкции сотрудников, ответственных за учет и распределение ВР в КС ОК;
- регламенты по учету и распределению ВР в КС ОК;
- порядок учета и распределения ВР в КС ОК.

Этап 5. После определения целей, задач, границ проекта по внедрению информационной системы управления вычислительными ресурсами в корпоративной сети образовательного комплекса начинаются работы по разработке и внедрению информационной системы.

На рисунке 10 представлен пример заполнения формы элемента справочника «Вычислительный ресурс», на рисунке 11 показан пример заполненного документа «Заявка на СВР», а на рисунке 12 – пример отчета «Перечень доступных ВР».

Quadro K4000 PCI-E 2.0 (Вычислительный ресурс)

Записать и закрыть

Код: 00000003

Название ВР: Quadro K4000 PCI-E 2.0

Тип ВР: Видеоконтроллер

Класс ВР: Реальный ресурс

Описание ВР:
Видеокарта PCI-E 3GB 192bit GDDR5 768-Cores 811/5616MHz DP to DVI-D (SL) & DVI-I to VGA adapters RTL (VCQK4000-PB) NVIDIA Quadro K4000

Родитель ВР: Лезвие 1

Добавить

N	Название характеристики	Значение характеристики
1	Тип видеокарты	Профессиональная
2	Графический процессор	NVIDIA Quadro K4000
3	Интерфейс	PCI-E 16x 2.0
4	Количество поддерживаемых	4
5	Объем видеопамати	3072 Мб
6	Тип видеопамати	GDDR5
7	Разрядность шины видео...	192 бит
8	Частота RAMDAC	400 МГц

Рисунок 10 - Форма элемента справочника «Вычислительный ресурс»

Заявки на СВР 00000001 от 05.05.2022 19:41:18

Провести и закрыть

Номер заявки: 000000001

Дата заявки: 05.05.2022 19:41:18

Место заявки: 3/607

Пользователь ВР: Начальник отдела ПТОиР

Сотрудник: Иванов Игорь Петрович

Подразделение: Корпус "Запад"

Описание заявки:
Проведение занятий по предмету "Информатика".
Требуемое ПО "Microsoft Excel" на 15 рабочих станций

Статус заявки: Исполнена

Приоритет заявки: Средний

Время начала исполнения: 06.05.2022 9:00:00

Время завершения исполнения: 06.05.2022 14:00:00

Добавить

N	Вычислительный ресурс	Количество ВР
1	Ядро Quadro	4,00
2	ОЗУ SDRAM DDR4 8 Гбайт	3,00
3	ЦП Intel Core i7 3ГГц	2,00
4	ВЗУ 500 Гбайт	1,50

Рисунок 11 – Форма документа «Заявка на СВР»

Входит в состав	Вычислительный ресурс	Класс ВР	Тип ВР	Характеристика	Значение
	Блейд-сервер HPE ProLiant BL460c Gen9	Реальный ресурс	Сервер компьютерный		
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоадаптер		
	Ядро Quadro	Виртуальный ресурс	Видеоадаптер		
	Блейд-сервер HPE ProLiant BL460c Gen9	Реальный ресурс	Сервер компьютерный		
	Лезвие 1	Реальный ресурс	Сервер компьютерный		
	Лезвие 1	Реальный ресурс	Сервер компьютерный		
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоконтроллер	Тип видеокарты	Профессиональная
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоконтроллер	Графический процессор	NVIDIA Quadro K4000
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоконтроллер	Интерфейс	PCI-E 16x 2.0
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоконтроллер	Количество поддерживаемых мониторов	4
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоконтроллер	Объем видеопамати	3072 Мб
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоконтроллер	Тип видеопамати	GDDR5
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоконтроллер	Разрядность шины видеопамати	192 бит
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоконтроллер	Частота RAMDAC	400 МГц
	Quadro K4000 PCI-E 2.0	Реальный ресурс	Видеоконтроллер	Тип ОЗУ	DDR4 SmartMemory
	Оперативная память LRDIMM 2 Тбайта	Реальный ресурс	Оперативная память	Максимальный объем ОЗУ	2 Тбайт
	Оперативная память LRDIMM 2 Тбайта	Реальный ресурс	Оперативная память	Количество слотов	32
	Оперативная память LRDIMM 2 Тбайта	Реальный ресурс	Оперативная память	Количество ядер	16
	Центральный процессор Intel® Xeon® E5-4600 v2	Реальный ресурс	Микропроцессор	Количество процессоров	4
	Центральный процессор Intel® Xeon® E5-4600 v2	Реальный ресурс	Микропроцессор	Быстродействие	350 пикафлопсов
	Центральный процессор Intel® Xeon® E5-4600 v2	Реальный ресурс	Микропроцессор	Количество дисков	10
	Массив жестких дисков 10x500Gb HGST Travelstar	Реальный ресурс	Постоянная (внешняя) память	Форм-фактор	2.5"
	Массив жестких дисков 10x500Gb HGST Travelstar	Реальный ресурс	Постоянная (внешняя) память	Максимальный объем ВЗУ	5 Тбайт
	Массив жестких дисков 10x500Gb HGST Travelstar	Виртуальный ресурс	Постоянная (внешняя) память		
	ВЗУ 500 Гбайт	Виртуальный ресурс	Постоянная (внешняя) память		
	Оперативная память LRDIMM 2 Тбайта	Виртуальный ресурс	Оперативная память	Максимальный объем ОЗУ	8 Гбайт
	ОЗУ SDRAM DDR4 8 Гбайт	Виртуальный ресурс	Оперативная память		
	Центральный процессор Intel® Xeon® E5-4600 v2	Виртуальный ресурс	Микропроцессор		
	ЦП Intel Core i7 3ГГц	Виртуальный ресурс	Микропроцессор		

Рисунок 12 – Отчет «Перечень доступных ВР»

Затем была рассчитана экономическая эффективность от внедрения ИСУ ВР в КС ОК. Сначала был выполнен расчет ее себестоимости. Данные для расчета себестоимости представлены в таблице 1. Для этого потребовалось вычислить стоимость машинного часа работы и затраты на оплату труда разработчика.

Таблица 1 – Данные для расчета себестоимости ИСУ ВР в КС ОК

Наименование показателя	Единицы измерения	Обозначение	Значение
Норма амортизации компьютера	%	H_A	15
Стоимость компьютера	руб.	C_k	50 000
Стоимость 1 кВт электроэнергии	руб.	$C_{квт}$	6,73
Мощность компьютера	кВт/ч.	M_k	0,25
Ставка специалиста (разработчика системы)	руб.	$C_{тпр}$	45000
Фонд рабочего времени в месяц	руб.	$\Phi_{эм}$	168
Фонд рабочего времени в год	ч.	$\Phi_{г}$	1900

Стоимость машинного часа работы рассчитывается по формуле:

$$C_{м/ч} = Am_k + C_{эл} \quad (1)$$

где $C_{м/ч}$ – стоимость машинного часа работы, руб.;

Am_k – амортизация компьютера за 1 м/ч. (машино/час), руб.;

$C_{эл}$ – стоимость электроэнергии за 1 ч. работы, руб.

Амортизация компьютера за 1 м/ч вычисляется по следующей формуле:

$$A_{M_k} = \frac{C_k H_A}{\Phi_{\theta} 100\%}, \quad (2)$$

где C_k – стоимость компьютера, руб.;

H_A – норма амортизации компьютера;

Φ_{θ} – фонд рабочего времени в год, ч.

Следовательно, амортизация компьютера за 1 м/ч равна:

$$A_{M_k} = \frac{50000 \cdot 15\%}{1900 \cdot 100\%} = 3,95 \text{ руб.}$$

Стоимость электроэнергии за 1 час работы вычисляется по следующей формуле:

$$C_{эл} = M_k C_{кв} \quad (3)$$

где M_k – мощность компьютера, кВт/ч.;

$C_{кв}$ – стоимость 1 кВт электроэнергии, руб.

$$C_{эл} = 0,25 \cdot 6,73 = 1,68 \text{ руб.}$$

Используя теперь полученные значения, можно рассчитать стоимость 1 м/ч.:

$$C_{м/ч} = 3,95 + 1,68 = 5,63 \text{ руб.}$$

Затраты труда специалиста на разработку ИСУ ВР в КС ОК были рассчитаны с помощью данных, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Затраты времени на разработку информационной системы

Наименование этапов работы	Время выполнения
Разработка информационной системы	140 часов
Тестирование и исправление ошибок	25 часов
Опытная эксплуатация	12 часов
Доработка системы по результатам эксплуатации	8 часов
Разработка документации	5 часов
Всего	190 часов

Затраты на оплату труда разработчика информационной системы (специалиста):

$$C_{тр} = Z_{np} T_{рс}, \quad (4)$$

где Z_{np} – зарплата работника за час;

$T_{рс}$ – время разработки информационной системы.

Зарботная плата разработчика за час определяется по следующей формуле:

$$Z_{np} = \frac{C_{m_{np}}}{\Phi_{\text{вм}}}, \quad (5)$$

где $C_{m_{np}}$ – ставка разработчика информационной системы, руб.;

$\Phi_{\text{вм}}$ – фонд рабочего времени в месяц, ч.

$$Z_{np} = \frac{45000}{168} = 267,86 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда разработчика составили:

$$C_{mp} = 267,86 \cdot 190 = 50893,4 \text{ руб.}$$

Себестоимость системы можно вычислить по формуле:

$$C_c = C_{m/ч} T_{pc} + C_{mp}, \quad (6)$$

$$C_c = 5,63 \cdot 190 + 50893,4 = 51963,10 \text{ руб.}$$

Для расчета экономической эффективности оцениваются затраты сотрудников отдела ПТОиР на обработку данных, связанную с управлением вычислительных ресурсов в КС ОК Исходные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Данные для расчета экономической эффективности

Наименование показателя	Единицы измерения	Обозначение	Значение
Затраты времени на обработку данных с помощью новой информационной системы	ч.	T_c	1,5
Затраты времени на обработку данных вручную (до внедрения информационной системы)	ч.	T_p	6
Стоимость компьютера	руб.	C_k	50000
Ставка сотрудника отдела ПТОиР	руб.	C_p	40000
Фактическое время работы компьютера за год	ч.	$T_{\text{фз}}$	1900

Рассчитаем часовую заработную плату сотрудника отдела ПТОиР:

$$Z_m = \frac{C_{m_p}}{\Phi_e}, \quad (7)$$

где C_{m_p} – ставка сотрудника отдела ПТОиР, руб.

$$Z_m = \frac{40000}{168} = 238,1 \text{ руб.}$$

Стоимость машинного часа работы работника отдела ПТОиР равна:

$$C_{m/ч} = A_{m_k} + Z_m + C_{эл}, \quad (8)$$

$$C_{м/ч} = 3,95 + 238,1 + 1,68 = 243,73 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от внедрения новой ИСУ ВР в КС ОК рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = C_1 - C_2, \quad (9)$$

где C_1 – стоимость базового варианта системы;

C_2 – стоимость обработки данных с использованием новой системы.

Стоимость первого варианта рассчитывается по формуле:

$$C_1 = \left(Cm_m \frac{T_p}{\Phi_6} + C_{м/ч} T_p \right) K_m \cdot 12, \quad (10)$$

где Cm_m – ставка сотрудника отдела ПТОиР, руб.;

T_p – затраты времени на обработку данных вручную (до внедрения системы), ч.;

K_m – количество сотрудников отдела ПТОиР.

$$C_1 = \left(40000 \cdot \frac{6}{168} + 243,73 \cdot 6 \right) 7 \cdot 12 = 242839,92 \text{ руб.}$$

Стоимость обработки данных с использованием новой информационной системы вычисляется по формуле:

$$C_2 = \left(\frac{Cm_m T_c}{\Phi_6} + C_{м/ч} T_c \right) K_m \cdot 12 + C_c, \quad (11)$$

где T_c – затраты времени на обработку данных с помощью новой информационной системы, ч.;

$$C_2 = \left(\frac{40000 \cdot 1,5}{168} + 243,73 \cdot 1,5 \right) 7 \cdot 12 + 51963,10 = 112673,50 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от внедрения ИСУ ВР в КС ОК составляет:

$$\mathcal{E} = 242839,92 - 112673,5 = 130166,42 \text{ руб./год.}$$

Определим срок окупаемости капиталовложений:

$$T_{cp} = \frac{C_k + C_c}{\mathcal{E}}, \quad (12)$$

$$T_{cp} = \frac{50000 + 51963,1}{130166,42} = 0,78 \text{ года}$$

Определим экономическую эффективность от вложенных средств:

$$\mathcal{E}\phi = \frac{1}{T_{cp}} \quad (13)$$

$$\mathcal{E}\phi = \frac{1}{0,78} = 1,28.$$

Экономическая эффективность от внедрения системы составляет 1,28 и является положительной величиной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе диссертационного исследования получены следующие основные результаты:

1. Выполнен анализ существующих ИСУ ВР в КС ОК для дальнейшей разработки модели существующих информационных потоков и процессов управления ВР КС в ОК;
2. Проанализирована и разработана системная классификация ВР КС ОК, позволяющая определить нужный класс вычислительных ресурсов в процессе управления;
3. Проанализированы информационные процессы и функциональные взаимосвязи, организационная и программная инфраструктура для проектирования и реализации информационной системы управления ВР в КС ОК;
4. Разработаны требования к ИСУ ВР в КС ОК, которые легли в основу дальнейшей разработки ИСУ ВР в КС ОК;
5. Разработаны функциональные модели информационных процессов ИСУ ВР в КС ОК, позволяющие выявить основные процессы и функции, которые необходимо автоматизировать путем разработки соответствующей информационной системы управления;
6. Разработаны модели логического и физической уровней представления данных ИСУ ВР в КС ОК;
7. Разработана имитационная модель ИСУ ВР в КС ОК, позволяющая оценить уровень загруженности ресурсов и время выполнения задач (процессов);
8. Разработана клиентская часть ИСУ ВР в КС ОК, рекомендуемая для применения в образовательных комплексах для повышения качества и эффективности процесса распределения и использования ВР в КС;
9. Разработана методика применения ИСУ ВР в КС ОК;
10. Проведена оценка экономической эффективности внедрения ИСУ ВР в КС ОК.

В **заключении** подведены итоги и отражены основные результаты и выводы исследований, полученные в диссертационной работе.

В **приложении** приведены дополнительные результаты теоретического и практического исследования, а также копии документов о внедрении.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в российских рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК России для опубликования основных научных результатов:

1. Наумов М.А., Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н., Чискидов С.В. Модель управления корпоративными вычислительными ресурсами образовательного комплекса // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021. № 4-2. С. 40-47.

2. Наумов М. А., Михалёва Т. Н., Чискидов С. В. Функциональные модели процессов управления корпоративными вычислительными ресурсами образовательной организации // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 2. С. 131-139.

3. Наумов М.А., Ромашкова О.Н., Михалёва Т.Н., Чискидов С.В. Имитационная модель управления корпоративными вычислительными ресурсами образовательной организации // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 3. С. 94-104.

Публикации в других журналах, сборниках научных трудов и материалах научных и научно-практических конференций:

1. Наумов М.А. Функциональная модель процесса управления вычислительными ресурсами корпоративной сети в образовательном комплексе // В сборнике: Математика и информатика в образовании и бизнесе Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2020. С. 391-395.

2. Наумов М.А. Актуальные проблемы управления вычислительными ресурсами корпоративной сети в образовательном комплексе // В книге: #ScienceJuice2019 Сборник статей и тезисов студенческой открытой конференции. 2020. С. 385-387.

3. Наумов М.А. Анализ вычислительных ресурсов корпоративной сети образовательного комплекса // В книге: сборник статей и тезисов студенческой открытой онлайн-конференции. Москва, 2021. С. 80-81.

4. Наумов М.А. Анализ и управление вычислительными ресурсами образовательного комплекса // В сборнике: Открытая наука 2021. Сборник материалов научной конференции с международным участием. Москва, 2021. С. 407-412.

5. Наумов М.А., Ермакова Т.Н. Прототип информационной системы управления корпоративными вычислительными ресурсами образовательного комплекса // В книге: Международная молодежная научная школа-конференция «Цифровая трансформация реального сектора экономики». Сборник тезисов докладов. Москва, 2021. С. 177-180.

6. Наумов М.А. Разработка проекта информационной системы управления корпоративными вычислительными ресурсами образовательного комплекса // В книге: Сборник тезисов студенческой открытой конференции. Москва, 2021. С. 415-418.

Наумов Максим Александрович

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ**

09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

Управление в социальных и экономических системах

Научный доклад
об основных результатах научно-квалификационной работы
(диссертации)